引用格式：吴淼，乔建芳，张元明，等. 咸海生态治理：深化与中亚科技合作的重要路径. 中国科学院院刊, 2023, 38(6): 917-931

Wu M, Qiao J F, Zhang Y M, et al. Ecological governance of Aral Sea: Important way to deepen scientific and technological cooperation with Central Asia. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2023, 38(6): 917-931

咸海生态治理：深化与中亚科技合作的重要路径

吴 淼[1,2*]　乔建芳[1]　张元明[1]　田长彦[1]　李耀明[1,2]　郝 韵[1,2]　张小云[1]　王丽贤[1]　贺晶晶[1]

1 中国科学院新疆生态与地理研究所 乌鲁木齐 830011

2 中国科学院中亚生态与环境研究中心 乌鲁木齐 830011

摘要　2022年9月，习近平主席在新冠肺炎疫情发生以来首次出访，在发表的《中华人民共和国和乌兹别克斯坦共和国联合声明》中，特别提出“中方对由乌方倡议的‘关于宣布咸海地区为生态创新和科技区特别决议’得到联合国大会通过表示欢迎，该决议将有助于拯救咸海，恢复并改善周边环境，保护自然资源，提高地区人民生活质量”，以及“双方愿积极推动全球发展倡议与联合国咸海区域人类安全伙伴信托基金框架下改善咸海地区生态和经济社会环境相关项目协同增效”。在此背景下，文章梳理了咸海现状及其生态危机产生的原因和造成的影响，并分析总结了我国参与咸海生态治理的必要性和意义。文章认为中国在参加咸海生态治理方面有着政策和机制、资金和人才，以及项目合作基础等有利条件，建议在合作共赢、统筹协调、“有所为”和“有所不为”的原则下，从探索科学问题和改善民生入手，以荒漠化防治、水土保持、现代农业技术、新能源推广利用等为切入点，利用中国智慧、中国经验和中国力量参与咸海生态治理，推动绿色咸海发展，有效促进和深化我国与中亚的科技合作，为中国—中亚命运共同体建设乃至“一带一路”高质量发展提供科技支撑。

关键词　咸海，中亚，生态治理，科技，国际合作

中亚是我国的近邻，同时既是“一带一路”的首倡之地，也是“丝绸之路经济带”、“中国—中亚—西亚”和“新亚欧大陆桥”国际经济合作走廊的核心区域。因受气候变化和人类对水资源不合理利用的影

*通信作者

资助项目：国家自然科学基金委员会与联合国环境规划署合作研究与交流项目（42161144004），“一带一路”国际科学组织联盟联合研究合作专项（ANSO-CR-KP-2021-13）

修改稿收到日期：2023年5月26日

响，其区域内典型的大型湖泊——咸海在近60年急剧萎缩，现已濒临干涸。由此导致的一系列生态和公共健康问题，严重影响了中亚国家人民生产、生活和经济的可持续发展，并波及周边地区。咸海生态危机已成为中亚国家及国际社会的重要关切，也是推动“中国—中亚命运共同体”和“绿色丝绸之路”建设，以及落实全球发展倡议不可回避的挑战。以咸海生态治理为抓手，不断扩大和深化与中亚各领域的科技合作，有利于上述目标的达成。

1 咸海概况

1.1 咸海水体现状

咸海位于中亚荒漠区的北部，乌兹别克斯坦与哈萨克斯坦交界处的图兰低地（43°24′N—46°56′N，58°12′E—61°59′E）。补给水源主要来自分别发源于帕米尔高原西南坡（塔吉克斯坦境内）和天山西部（吉尔吉斯斯坦境内）的阿姆河与锡尔河[1]。由阿姆河和锡尔河构成的咸海流域地处欧亚大陆中部，覆盖中亚大部分区域和阿富汗北部，其东部与中国接壤[2]。

研究表明，从17世纪末到20世纪60年代的漫长时间里，现代咸海的水位、水面面积和水量尽管有所波动，但总体变化不大，水位最低降幅仅约4 m，平均水位维持在约53.4 m，平均水面面积约为$6.89×10^4$ km^2，平均水量约为1 083 km^3。从1961年起，由于补给水量的急剧减少，咸海开始了其持续快速地萎缩过程。咸海水体约于1986年前后分离为大、小咸海（南、北咸海），大约2007年大咸海又进一步分为东、西两部分（图1）[3]。迅速萎缩的这一过程使得咸海水量从20世纪60年代至今约60年里就减少到原来的1/15，水位平均下降了29 m，海水盐度达150—300 g/L，海岸线后退数百千米（图2）[4]。仅仅一代人的时间，一座面积原为世界第四大的湖泊就几乎完全干涸，在原湖床上形成了面积约$5×10^4$ km^{2}的新荒漠景观“阿拉尔库姆”（咸海沙漠），每年产生约$1×10^8$ t的有毒盐尘。

咸海萎缩是人类历史上前所未有的生态灾难事件。由此产生的荒漠化、盐渍化和生物多样性丧失对中亚国家的生态环境、社会经济和生命健康造成了严重影响，并波及邻接地区[5]。联合国环境规划署（UNEP）曾这样评价：“除了切尔诺贝利核电站灾难外，地球上恐怕再也找不出像咸海周边地区这样生

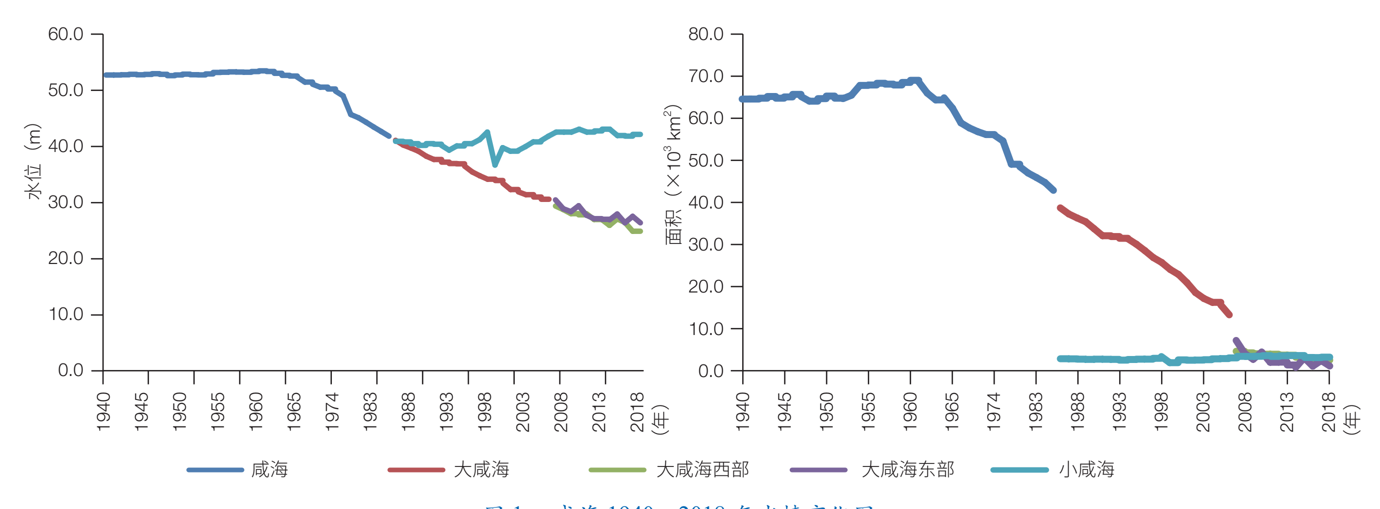


图1 咸海1940—2018年水情变化图

Figure1 Changes of water regime in Aral Sea from 1940 to 2018

（a）水位变化；（b）面积变化；数据来源：中亚水信息中心，咸海数据库（http://www.cawater-info.net/aral/data/index.htm）

(a) Water level change; (b) Area change; Data source: CAWATER, Database of the Aral Sea (http://www.cawater-info.net/aral/data/index.htm)

态灾害覆盖面如此之广、涉及的人数如此之多的地区”[6]。

1.2 咸海生态问题原因概述

咸海的快速萎缩是自然和人为因素相互叠加产生的后果，但主导和直接诱因是人类对其补给河流水资源的过度开发利用所致。从20世纪50年代苏联决定在咸海流域大规模开发水土资源以发展种植业开始，咸海水位的明显下降基本伴随着一系列大型水利设施的建设和运行，直到1990年苏联政府才正式承认咸海地区出现生态灾难（图3）。学者的研究也证实了这一相关性：为满足新开发的灌溉地用水需求，1960—1990年咸海流域总灌溉面积由约 4×10^4 km^2 增加到 7.6×10^4 km^2[7]，成为苏联原最大的棉花生产和农产品出口基地，以及重要的瓜果、蔬菜、葡萄生产基地；若干建设规模和速度超过以往任何时期的大型水利设施相继投入建设和使用，如阿姆河的卡拉库姆运河（从阿姆河年引水总量超19 km^3）、卡尔希干渠（年引水量3.3—5.25 km^3），以及锡尔河的费尔干纳干渠（年径流量2.22 km^3）、右岸渠（流量74 m^3/s）和左岸渠（流量500 m^3/s）。

到苏联解体前，咸海流域仅修建的水库总库容就已达60 km^3。如此大规模的引水量使得咸海从20世纪70年代起就已得不到长年径流补给[8]。1911—1960年实际流入咸海的年均水量56 km^3，到1981—1998年锐减到3.5—7.6 km^3，在一些枯水年份两河实际已无入咸海水量[9]。2001—2002年在卡拉卡尔帕克斯坦修建了人工湖和水库，拦截了流入咸海的径流，从此阿姆河的水不再汇入咸海，只有几个排水渠的水和地下水补给咸海。至此，咸海最主要补给河流阿姆河和锡尔河的径流已基本被开发利用殆尽。

1.3 咸海生态危机的影响

（1）对地区生态环境造成严重破坏。① 径流减少和咸海快速干涸首先造成三角洲退化，生物多样性丧失。20世纪60—70年代，流入咸海三角洲的径流量减少至6.7 km^3/a，到1981—1986年已降至0.7 km^3/a，其中锡尔河三角洲的湖泊面积由1 600 km^2 减少到目前的约240 km^2，草地和湿地面积缩小，龟裂状土、沙质土壤、次生盐渍化土壤面积增加，鸟类多样性减少了约70种[10]。随着水域面积减小和水位下降，水体及周边地区生态系统受到破坏，造成生物多样性的丧失。有12种哺乳动物、26种鸟类和11种植物濒临灭绝[11]；曾经丰富的鳊鱼、鲤鱼和其他淡水鱼类大幅减少乃至消失[12]。② 促使荒漠化进程加剧，形成新的荒漠化景观。伴随着咸海的退缩，大面积包括盐土、盐壳及其他类型等易风蚀裸地暴露在地表，意味着咸海湖盆荒漠化及风蚀盐/沙尘活动会进一步加

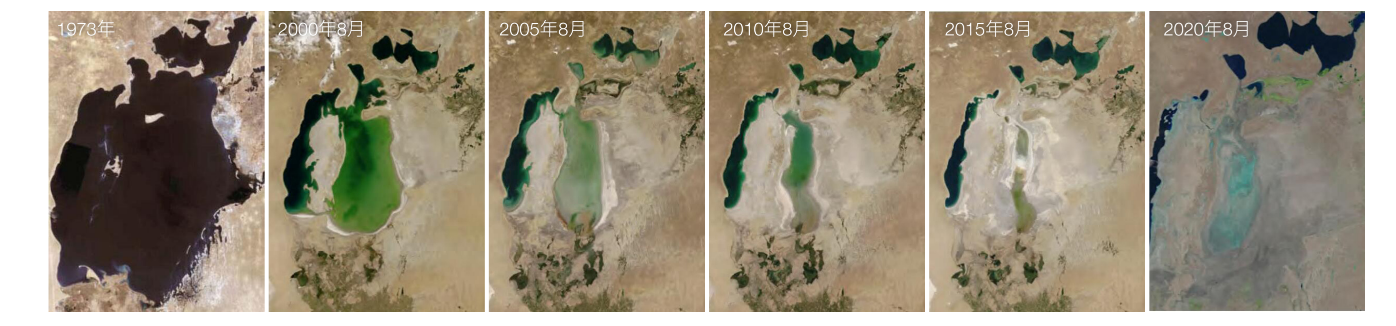


图2 1973—2020年咸海干涸过程卫星影像图

Figure 2 Satellite image of Aral Sea area change from 1973 to 2020

数据来源：1973年影像来源于中亚水信息中心，咸海数据库（http://www.cawater-info.net/aral/data/satellite.htm）；2000—2020年影像来源于联合国开发计划署2020年报告《咸海干涸海床的监测》

Data source: The images of 1973 are sourced from CAWATER Database of Aral Sea（http://www.cawater-info.net/aral/data/satellite.htm）；The images from 2000 to 2020 are sourced from *Monitoring the dried seabed of the Aral Sea* of United Nations Development Programme, Tashkent, 2020

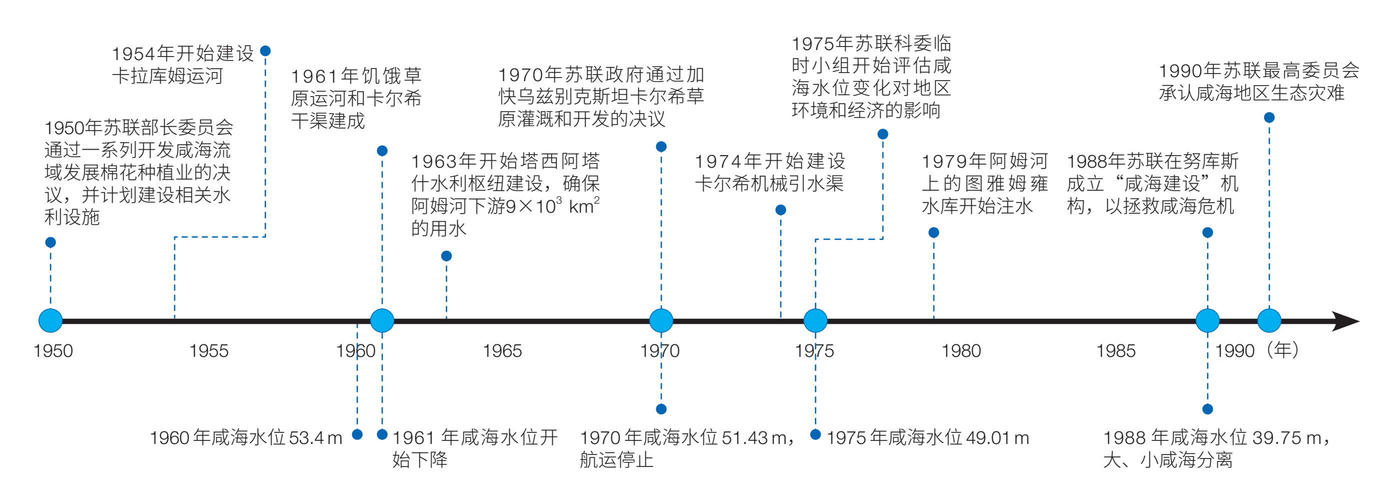


图 3 1950—1990 年咸海流域重大水利建设与咸海水位变化时间轴

Figure 3 Time axis of major water conservancy engineering construction of Aral Sea basin and changes in water level of Aral Sea from 1950 to 1990

数据来源：本图根据拯救咸海国际基金执行委员会 2003 年成果《咸海：失落海洋的历史》（https://www.preventionweb.net/files/1767_VL102300.pdf）内容绘制

Data source: This image is based on the 2003 results *ARAL: The History of Dying Sea* of the Executive Committee of the International Fund to Save the Aral Sea (https://www.preventionweb.net/files/1767_VL102300.pdf)

剧。盐土和其他裸地类型迅速扩张，分别从 1977 年的 5.24% 和 11.83% 增至 2015 年的 28.86% 和 38.99%。在此背景下，荒漠化进程加快，咸海湖床干涸部分的面积不断扩大，直至目前在无人类活动影响下荒漠化加速发展，其核心区已经完全变成典型的沙漠景观[13]，形成了面积约 $5×10^4$ km² 的新荒漠景观"阿拉尔库姆"（咸海沙漠）[2]。③ 干涸的咸海湖床还成为地区盐沙尘暴的新策源地。随着荒漠化加剧，在 20 世纪的最后 20 年，阿拉尔库姆沙漠的形成相当于在干涸的湖底形成一个巨大的露天盐层，成为沙/盐尘暴运移的强大来源，并影响到周边地区[14]。据估算，咸海完全干涸后，析出的总盐量将达 $1×10^{10}$ t，引发的盐沙尘暴有可能被吹至天山和帕米尔的冰川，从而加速冰川的消融[15]。天山和帕米尔的冰川是孕育亚洲中部水资源的最重要源泉之一，一旦其加速融化，将对本已缺水少雨的亚欧干旱区造成不可估量的生态灾难。

（2）对地区社会经济发展造成巨大冲击。① 渔业方面。一直到 20 世纪 60 年代，咸海地区曾经是中亚最大以及苏联重要的渔业生产基地之一，年捕捞量达 $4×10^4$ t，占苏联年捕捞量的 1/6。渔业生产甚至占阿姆河三角洲穆伊纳克地区经济产出的 80%，从业人员超过 3 万人。1958 年，该区的鱼捕获量曾达 24.5 万公担（$24.5×10^6$ kg）[16]。随着咸海水体和三角洲湿地的快速缩减，大咸海的鱼类资源已完全消亡，自 20 世纪 80 年代以来该地区的渔业实际上已不存在，航运业也早已停止[17]。② 种植业方面。1981—2009 年，该地区的棉花产量和稻米产量因缺水分别减产了 30% 和 84%[16]。这使得以农牧渔业为主的滨咸海地区经济受到重创，大量人口失去生计。

（3）对地区居民健康产生直接或间接的影响。随着 20 世纪 50 年代的土地大开发，中亚地区的灌溉农业得到快速发展，为提高产量，化肥、农药等也被大量使用。由于农药、化肥和其他生产生活有害物质随地表或地下径流进入咸海地区水体，污染了土壤和地下水，流入大湖水体的有毒物质及盐分在湖盆干涸后又被风沙携带扩散至周边，对地区数百万居民的生命健康造成损害。南咸海地区的卡拉卡尔帕克斯坦居民肠道感染的发病率是独联体国家平均水平的 3 倍[16]，胃癌、

肺结核、病毒性肝炎、过敏和伤寒等疾病的患病率升至苏联各共和国之首，1984—1985 年的新生儿死亡率达 62 人/1 000 人，高居乌兹别克斯坦第 1 位[18]；研究表明，1991—2016 年咸海地区成年人口中，患呼吸道疾病的数量从 9 467 人/10 万人增加到 10 744 人/10 万人；2004—2013 年，哈萨克斯坦受咸海灾难直接影响的滨咸海卡扎林斯克、阿拉尔斯克等地区每 10 万人恶性肿瘤患病人数增长 61.9%，居该国之首[19]。

2 开展咸海治理科技合作的必要性

2.1 响应地区国家和国际社会呼吁，彰显大国担当

当前，因咸海快速干涸而产生的荒漠化、盐渍化和贫困化等一系列生态和社会问题正日益引起国际社会的关注，也成为学者所称的“生态热点”[18]。

1995 年 9 月，中亚五国领导人在乌兹别克斯坦的努库斯签署了《咸海宣言》。宣言重申了咸海流域水短缺和水质恶化对土地、植被、生态、渔业等经济领域，以及流域 3 500 万居民生命健康和生活的负面影响；认为有必要建立咸海流域可持续发展国际公约，并请求联合国开发计划署等机构提供帮助[20]。2017 年 9 月，乌兹别克斯坦总统米尔季约耶夫在联合国大会上发言，希望国际社会关注咸海干涸的生态问题，以汇集各界力量抵御其影响。一些国际组织和国家，如联合国开发计划署、欧盟、全球生态基金、德国、日本等也以项目或直接资助等形式积极参与咸海治理[21]。

2010 年 4 月和 2017 年 6 月，两位时任联合国秘书长潘基文和古特雷斯分别视察咸海，形容其景象是“世界上最严重的生态环境灾难之一”[22]，并表示国际社会应从中吸取教训，并动员包括政府、企业、民间社会在内的各方执行《巴黎协定》，以确保这一悲剧不再重演[23]。2021 年 5 月 18 日，联合国大会一致通过了由乌兹别克斯坦提出的一项特别决议，宣布咸海地区为生态环境创新和技术区[24]。决议声明支持旨在改善咸海地区生态、社会、经济和人口现状的措施和倡议。

党的十八大以来，在习近平主席提出的“亲、诚、惠、容”的周边外交理念等思想指引下，中国已经在应对气候变化、维护国际自由贸易体系等领域积极努力推动这些关乎人类命运的国际议程向前发展，正成长为坚定、自信、负责任的大国。因此，在国际和地区社会共同关切的咸海生态环境改善上，中国不应缺席。积极参与咸海治理问题，有助于提升我国负责任大国的形象，成为邻国可信赖的合作伙伴。

2.2 服务国家外交战略，扩大中国“朋友圈”

坚持以维护世界和平、促进共同发展为宗旨推动构建人类命运共同体，坚持以深化外交布局为依托打造全球伙伴关系是习近平外交思想的重要内容之一，也是我国外交战略的着力点之一。

当前，美国为首的西方集团在全球对我国采取遏制战略，在科技领域实施围堵政策，力图延缓我国的发展步伐。“科学无国界”已在西方国家赤裸裸的践踏下成为空洞的口号。在此背景下，我国更应继续秉持“科学无国界”和建设人类命运共同体的理念，针对咸海流域国家在解决咸海问题方面对科技的需求，积极开展有针对性的科技合作。同时，加强与区域国家的利益联系，以科技合作助力外交战略的实施。如此也有助于我国突破围堵，扩大“朋友圈”，打造全球伙伴关系，为我国实现第二个百年奋斗目标创造稳定安全的发展环境。

2.3 打造“丝路命运共同体”，推进“绿色丝绸之路”建设

咸海流域各国地处欧亚大陆腹地，与我国山水相连，既是世界地缘政治焦点，也是“丝绸之路经济带”的关键节点区。同时，除了土库曼斯坦外的区域国家均是上海合作组织成员国。2021 年 9 月，习近平主席在出席上海合作组织成员国元首理事会第 21 次会议时发表讲话，指出“构建更加紧密的上海合作组织

命运共同体”“中方将设立中国–上海合作组织经贸学院，启动实施二期专项贷款用于共建‘一带一路’合作，重点支持现代化互联互通、基础设施建设、绿色低碳可持续发展等项目”。中亚是“丝绸之路经济带”的重要组成部分，深化与中亚的科技合作，是建设中国—中亚命运共同体乃至进一步发展“丝路命运共同体”必要的路径。

2.4 分享中国模式，共享中国经验，树立中国科技声誉

自20世纪90年代起，中亚地区国家和国际社会就共同改善咸海生态环境和减轻其影响做了许多努力，也取得了一定效果，如小咸海水域得以保持相对稳定、渔业资源得到一定恢复。但就整体而言，由于受技术手段、经济发展水平等诸多因素制约，并未从根本上解决咸海问题，咸海缩减、生态环境恶化和地区经济下滑等趋势依然未得到有效遏制。

2015年对外公布的第五次全国荒漠化和沙化监测结果显示，我国率先实现了联合国制定的“到2030年荒漠化土地零增长”这一可持续发展目标。联合国可持续发展委员会第十七届会议指出：中国荒漠化防治处于世界领先地位；《联合国防治荒漠化公约》秘书处明确表示：世界荒漠化防治看中国[25]。由库布齐沙漠防治、塔克拉玛干沙漠公路防护工程等构成的众多荒漠化治理成功范例，使中国在荒漠化防治工作中总结归纳出的“防、治、用”综合治理理念成为荒漠化防治的“中国方案”。此外，我国在流域综合治理领域也取得了显著成果，特别是同处于干旱区的塔里木河流域是我国最干旱和生态环境最脆弱的地区之一。自2001年6月国务院批准实施《塔里木河流域近期综合治理规划报告》起至今20余年，通过实施包括节水改造、地下水开发利用、河道治理、控制性枢纽工程建设、流域水资源调度管理等一系列工程，缓解了塔河流域生态严重退化的局面，塔里木河干流上中游林草植被得到有效保护和恢复，下游生态环境得到初步改善，成为全国乃至世界范围内干旱区受损生态环境得到成功修复的典型案例[26-28]。

咸海流域地处中亚干旱带，中下游地区水资源缺乏，自然环境脆弱，因咸海干涸导致的荒漠化是引起地区生态和人文灾难的主要原因。通过参与咸海生态治理，可将中国在荒漠化和盐渍化等土地退化防治与开发利用方面的成功经验，以及合理利用和节约、保护、管理的流域综合治理理念应用于当地的生态治理；同时，可带动国内相关企业走出去，使从理念、标准、技术、产品到管理模式等完整链条的中国生态治理模式造福世界，用中国智慧、中国经验和中国力量树立中国科技声誉。

2.5 预防咸海生态灾难影响波及域外地区，有效降低损害发生的可能

咸海干涸造成的灾害事件不仅对本地区的生态、社会经济、居民健康等造成直接或间接的负面影响，其盐尘暴产生的有毒微粒甚至波及到几百或上千公里以外的地区。研究表明，盐尘暴中直径不足16 μm的盐尘颗粒传输距离可达9×10^2—32×10^2 km[29]，而干涸湖床中酥松的龟裂土、龟裂状土及盐土是盐沙尘的主要来源[30]。20世纪70年代的研究已追踪到有毒盐尘可传输至距离其东南1 000多千米处富庶的费尔干纳河谷，以及格鲁吉亚的黑海和苏联的北冰洋海岸[31]；近年来，有学者借助遥感等技术模拟咸海盐沙尘扩散问题，结果显示咸海地区粉尘活动不断增强[32,33]，还在距离中亚数千千米的格陵兰冰川、挪威和白俄罗斯发现了典型的咸海粉尘[34]，并向东北波及俄罗斯西伯利亚平原、向南覆盖伊朗高原，甚至有可能影响到我国西部的准噶尔盆地[35]。

根据这一趋势，随着水体继续缩小，干涸面积和荒漠化区域的进一步扩大，在适宜的气候、地形和地貌条件促进下，从咸海干涸底部起源的有毒盐沙尘、气溶胶等物质波及到我国西部以及其他方向区域的可能性是现实存在的。为此，积极参与咸海生态综合治

理，既能帮助中亚国家改善生态环境，也可预防咸海危机的生态负面影响波及域外其他地区。

3 咸海生态治理合作的基础

3.1 政策和机制支持

2013 年 9 月，习近平主席首次提出共建“丝绸之路经济带”的倡议以来，我国持续加大对“一带一路”倡议的支持，促进其向包括“绿色丝绸之路建设”理念在内的高质量发展迈进，推动构建人类命运共同体。

2010 年 5 月，上海合作组织成员国首届科技部长会议在北京举行，各方商定将在上海合作组织框架内开展多边科技合作[36]，之后该会议形成了两年一届的定期部长级会晤机制。2022 年 4 月 8 日，上海合作组织成员国第六届科技部长会议在塔什干召开。会议通过了《上海合作组织成员国优先领域科技合作行动计划（2022—2025 年）》《上海合作组织多边联合科研创新项目实施机制方案》《上海合作组织成员国授权机构间人工智能发展合作计划》[37]，从机制和行动方案上对发展上海合作组织成员国今后的科技合作给予了支持。此外，2017 年 5 月原环境保护部发布《“一带一路”生态环境保护合作规划》[38]；2017 年 9 月“一带一路”防治荒漠化合作机制正式启动，以推动绿色“一带一路”建设[39]。

2022 年 6 月，在“中国＋中亚五国”外长会晤的联合声明中，生态、环保、水资源和绿色发展合作是其重要内容之一，其中并强调支持包括拯救咸海在内的多领域国际合作[40]；2022 年 9 月，习近平主席出席在撒马尔罕举行的上海合作组织成员国元首理事会第二十二次会议，在之前访问乌兹别克斯坦后发表的中乌联合声明中特别提出中方对由乌方倡议的“关于宣布咸海地区为生态创新和科技区特别决议”得到联合国大会通过表示欢迎，双方愿积极推动全球发展倡议与联合国咸海区域人类安全伙伴信托基金框架下改善咸海地区生态和经济社会环境相关项目协同增效[41]。

2023 年 5 月 18—19 日在西安举行的中国—中亚峰会，标志着中国与中亚五国高层会晤机制的建立。在峰会发布的《中国－中亚峰会西安宣言》中，明确指出“各方愿推动在荒漠化土地和盐碱地治理开发、节水灌溉、病虫害防治、畜牧兽医等领域开展技术与人才交流合作，增强农业系统可持续发展韧性”，“各方重申愿共同努力保障气候变化条件下的粮食安全，指出以保护生物多样性、合理利用水资源和土地资源等更加生态的方式开展农业的重要性”，以及“加强水力、太阳能、风能等可再生能源合作，深化和平利用核能合作，实施绿色技术、清洁能源等项目，践行创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念”。上述内容与咸海生态治理紧密相关，也是今后我国开展与中亚科技合作的重要指针。

3.2 人力和资金支持

经过改革开放数十年的高速发展，中国的经济总量已跃升至世界第二，综合国力大幅提升。2020 年中国国内生产总值首次突破 100 万亿元，达 101.35 万亿元①（约合 14.72 万亿美元②），稳居世界第二；2016 年全国共投入研究与试验发展经费 15 676.7 亿元（约 2 340 亿美元），仅次于美国，居世界第二位；同期中国的研发人员总数已超过 24 万人，居世界第一位。而中亚各国在上述指标上不仅远远不及中国，也低于世界平均水平[42]。据中国商务部统计，截至 2021 年 7 月底，中国对上海合作组织成员国各类投资总额超过 700 亿美元，中资企业在各成员国承包工

① 2020 年我国 GDP 最终核实为 1013567 亿元 . (2012-12-17)[2023-06-11]. http://www.gov.cn/xinwen/2021-12/17/content_5661661.htm.

② Worldbank. 中国数据 . [2023-06-11]. https://data.worldbank.org.cn/country/%E4%B8%AD%E5%9B%BD.

程超过2 900亿美元[43]；2022年1月，习近平在主持中国同中亚五国建交30周年视频峰会时宣布，“中方愿继续向中亚国家提供疫苗和抗疫物资，加大疫苗和特效药联合生产和技术转让”，“2022年中国再向中亚国家提供5 000万剂疫苗援助，并在有需要的国家设立传统医学中心”；“今后5年中方计划向中亚五国提供1 200个中国政府奖学金名额”；“未来3年中国将向中亚国家提供5亿美元无偿援助，用于各国民生项目建设”；“提供5 000个研修研讨名额，帮助各国培养卫生健康、减贫惠农、互联互通、信息技术等各领域专业人才，增强发展的内生动力”。上述事实表明，目前中国已具备从资金、技术到人力资源对外支持的能力。

3.3 项目合作基础

近年来，在科学技术部、中国科学院，以及一些地方科技部门和国际科学组织项目支持下，我国一些科研机构和高等院校已经在咸海地区开展了生态环境监测、耐盐植物和农业高效节水技术示范等科研活动，也取得了一些成果。中国科学院所属机构还与中亚国家国立科研机构成立了“气候变化影响下的中亚生态系统监测与管理研究联盟”、签署了《乌鲁木齐宣言——中乌创新合作：咸海区域的生态恢复》、联合发布了《绿色咸海国际科学倡议》、成立“一带一路”国际科学组织联盟框架下的“ANSO绿色咸海科学倡议项目执行办公室”、定期发布包括中亚国家在内的《上合组织科技信息动态监测快报》，并利用多渠道支持中亚青年科技人才培养，旨在凝聚国际资源构建国际化科技合作平台，培养中亚科技人才和传播中亚科技动态。特别重要的是利用这些合作项目与哈萨克斯坦农业部所属科研机构、乌兹别克斯坦科学院所属机构、乌兹别克斯坦总统直属咸海地区创新中心和哈乌两国高校等建立了较稳定的合作关系，为进一步深化该领域的合作打下了良好的基础。

4 咸海生态环境治理合作方案

4.1 合作原则

*（1）坚持合作共赢。*参与咸海治理科技合作，要本着互利互惠、合作共赢的原则。即经验、技术和资金的输出既要与地区需求对接，也要符合我国在地缘政治、科技外交、中国技术走出去的需要，即合作领域要符合双方的需求，结果要实现共赢。单纯追求某一方利益的合作都不具有可持续性，同时也会对其他领域的合作也造成不良影响。

*（2）“有所为”和“有所不为”。*在合作时要注重“有所为”和“有所不为”。咸海生态灾难的主要原因之一就是水资源的不合理利用，而跨境水问题是中亚各国最为敏感的焦点之一。自独立以来，中亚各国为解决咸海流域跨境水资源利用问题采取了一系列措施，包括水资源的流域综合管理、双边和多边的水分配协议等，但因其中掺杂了复杂的国家利益和地缘政治因素，几乎所有已签署的相关备忘录和协议等均未得到有效执行[44]，包括阿姆河和锡尔河在内的国际河流水资源分配依然是事关地区国家重大利益的关键不稳定因素之一。因此，对于涉及地区国家间存在的尚未解决的诸如跨境河流水电开发、水量分配、核电建设等潜在冲突问题的领域坚持不参与立场，避免引起国际纠纷，影响合作成效。

*（3）注重统筹协调。*尽管我国一些科研机构已在咸海生态环境治理方面开展了工作，也取得了一定成效。但与欧美等国相比，我国在咸海生态治理领域的活动仍存在起步晚、投入少、规模小、缺乏统筹和可持续性不足等问题。因此，今后参与咸海生态治理工作要提倡并重视统筹、协调原则，主要包括2方面：① 合作项目在计划阶段要做好顶层设计，统筹科研>示范>推广、统筹多领域（多专业）协同、统筹科研机构与企业衔接；② 统筹项目规模，既需要投入大、期限长和见效慢的大科学计划，也要直入民生、接地

气、能解决紧迫问题的“小而美”项目，二者相得益彰，并行不悖。

4.2 合作领域

4.2.1 科学领域

（1）咸海沙漠盐沙尘的输出机理及对扩散方向的准确预测。咸海湖盆及周边地区盐尘释放面积逐年扩大，年盐沙尘总释放量达亿吨级，已成为咸海生态灾难扩散的最直接因素。目前相关研究多基于遥感、模型等方法，未来仍需通过多国和多机构协同，布设系列监测点等手段丰富实测数据，并在此基础上对有毒盐沙尘的传播途径、距离、影响范围、发展进程进行更加准确的揭示，有助于对其危害范围进行提前预判，从而对可能遭受灾害影响的地区做出预警和防治措施。

（2）干涸湖盆荒漠化防治和盐尘源地治理措施的研究。研究并开发出切实可行的生物、机械和化学防尘固沙材料及其利用技术，是亟待解决的科学和技术问题。其中对适应咸海盐渍化土地植物物种的选育、种植和利用，以及咸海滩地和干涸湖底残余植物的生存生长机理研究是符合实际的方向。该领域的研究成果可以有效应用于干涸湖底荒漠化防治，以及对受沙漠化、盐渍化影响的滨咸海地区退化土地的恢复和再利用。

（3）气候变化下咸海的干涸对区域乃至全球气候和生态环境、经济社会及人类健康影响的监测、研究与评估。目前，各界在咸海干涸盆地形成新的盐沙尘策源地并对周边地区气候环境、生态系统、社会经济和人类健康造成严重负面影响已达成共识，但其飘浮高度更高、距离更远的尘云是否对全球气候具有影响，以及是否在更深层次作用于生态系统和人类健康的科学原理及程度、病理、应对措施等仍然有待于进一步的研究。

4.2.2 民生和发展领域

2017年，乌兹别克斯坦政府出台了《2017—2021年咸海地区发展国家计划纲要》[45]，2022年初又发布了《“新乌兹别克斯坦”2022—2026年发展战略》[46]，该纲要中造林防沙，改善人民生活水平，发展基础设施、生态旅游和高效农业，提高清洁饮用水供应和水资源管理水平等与民生和经济社会发展紧密相关的内容是其主要组成部分。针对地区国家对改善咸海民生和经济社会发展领域的需求，建议应在以下领域开展相应的科技合作。

（1）防风固沙植被建植与开发利用。我国在荒漠化防治领域的“防、治、用”模式是已被证实的成功路径，可将其运用在咸海干涸湖床的荒漠化防治。通过优选乡土和我国耐盐耐旱饲草、药用和可食植物品种用于干涸湖床退化土地的防治，将固沙、植被恢复等生态环境保护措施与开发植物经济价值利用相结合，达到保护与发展和谐并行的目的。

（2）水质监测与改善。由于过度使用化肥农药造成地下水污染，湖床干涸造成大量有毒物质蓄积，在强风的作用下又将湖底有毒粉尘吹入河流，使得河水受到污染，加之资金和技术的限制，造成咸海地区饮用水污染成为长期难以解决的难点。非清洁饮用水易引起人体消化器官、血液等多种疾病，对人民生命健康造成严重威胁。因此，改善地区人民饮用水水质是亟待解决的民生课题。

（3）现代农业技术利用。咸海干涸的根本原因之一就是人类对其补给河流水资源的过度和粗放利用，流域国家也积极推动节水灌溉技术的推广应用。例如，乌兹别克斯坦计划到2023年将节水灌溉技术的覆盖面积从0.308×10^4 km^{2}增加到1.1×10^4 km^2，哈萨克斯坦则打算到2025年将该值从0.2×10^4 km^{2}增加到0.42×10^4 km^2 [47]。我国西北地区在自然环境方面与中亚极其相似，同时也属于水资源相对缺乏地区。经过几十年的科技攻关，我国在包括耐旱作物培育、水资源综合管理，以及包括膜下滴灌在内的节水灌溉、智慧管理等方面的现代农业技术领域取得了长足进步，可将这些成果和经验应用于咸海农牧业发展方面，促进

水资源的合理高效利用。

（4）“新能源+产业”技术推广。中亚国家在气候变化《巴黎协定》框架内承诺到2030年减少二氧化碳排放量，其中哈萨克斯坦将减排15%、吉尔吉斯斯坦14%、乌兹别克斯坦35%。同时该地区具有巨大的可再生能源潜力，其中乌兹别克斯坦太阳能发电潜力为 $3×10^6$ MW，哈萨克斯坦为 $3.7×10^6$ MW[47]。但由于咸海流域国家在发展新能源方面起步晚、技术储备少和资金短缺，亟待外部支持。我国是世界上太阳能、风能等新能源发电量最大的国家，拥有从设计、制造、建设、运营和利用全产业链的成熟技术与经验，特别是在将新能源与城市和乡村基础设施建设、小产业发展等相结合方面取得良好效果。将中国新能源技术和经验引进咸海地区乃至整个中亚极具潜力，除了可满足大规模工业和社会需求外，还可促进边远欠发达地区包括照明、饮用水净化在内的民生改善和温室建设等小产业发展，这是取得共赢的有益举措。

（5）研发特色药物与地方病诊疗技术。研究盐尘、受污染水体等咸海生态灾难负面因素对人体和畜牧业生产的影响与危害，并开发相应的治疗药物与方法。依托已建立的中亚药物研发中心等医药产业示范基地和人才培养国际化平台，以区域特色天然药物研究为核心，基于乡土药用植物研发针对地方病治疗的特色药物，联合双方医疗单位开展盐尘等引发的地方病防治和治疗，共建健康丝绸之路。

4.3 能力建设

（1）合作技术研发。技术研发型合作模式侧重合作方就某一共同领域开展合作研究与实验工作。其特点是由参加方以人才、设备和资金为投入要素进行联合研发活动，主要以项目为载体实施研发。主导形式可以是国家、科研机构、企业和国际组织。具体形式包括项目合作、成立技术园区、联合实验室、商业孵化器、教学中心等。

（2）技术示范推广。技术示范推广型合作的关键在于技术输出方提供的技术领域和方案要与对象国的战略方针、技术发展规划和农户需求相契合。这就要求在开展合作前要充分调研当地的生态环境、农业生产条件、社会经济发展水平、国家的产业政策和战略规划，与合作方加强沟通和协调，提出具有针对性的技术示范类型和实施方案，使合作效果达到最大化。

（3）技术培训。面向发展中国家的技术培训项目目前在我国已逐渐得到重视，合作模式包括举办科技管理型培训、专项技术培训。当前，由农业农村部、科学技术部和商务部等政府职能部门主导的技术培训项目在农业“走出去”战略指导下已实施多年。在面向中亚合作方面，西北农林科技大学主导的上海合作组织农业技术交流培训示范基地已进行了有益尝试。该类合作在项目设计方面要充分考虑，在培训对象和培训内容上要分出层次，强调针对性。

（4）留学生培养。由政府、科教机构和企业设立针对中亚合作的中长期专项资助计划，帮助双边青年人才到对方国家相关科教机构从事专业学习，以培养既通晓对方语言、了解对方政策、领略对方文化，又掌握专业技术的复合型人才。此外，高级访问学者、短期学术交流也可纳入这一范畴。

4.4 小结

咸海生态灾难及其治理不仅仅是地区国家政策的优先领域，也已成为国际社会关注的热点和难点之一。同样，其治理的成果不仅有助于咸海周边国家，也将惠及域外可能受影响的更广泛地区。因此，为推动我国积极参与咸海生态治理进程，需以上海合作组织、“中国+中亚五国”等现有机制为基础，以上述科学研究和民生改善为切入点，为完善多层次的对话协调制度，尽快提出具有鲜明中国主张的大科学合作计划倡议，构建畅通的吸引多方参与的融资渠道，积极响应和落实我国关于积极推动全球发展，以及与联合国咸海区域人类安全伙伴信托基金框架下改善咸海地区生态和经济社会环境相关项目协同增效的倡议。

中亚的环境改善和社会经济发展有利于区域生态安全和稳定，人类命运共同体建设也同样需要一个繁荣的中亚。利用参与较少掺杂地缘政治因素的地区和国际共同关注的咸海生态治理，以推动绿色咸海发展为契机，有效促进和深化我国与中亚在农业、新能源、信息通信、交通等更加广泛领域的科技合作，为将中国智慧、中国经验和中国力量投入到中亚—中国命运共同体建设乃至“一带一路”高质量发展提供科技支撑，为建设人类命运共同体作出中国贡献。

本文中所提出的对策方案仅涉及咸海地区，主要是指受咸海生态灾难直接影响的包括乌兹别克斯坦卡拉卡尔帕克斯坦和哈萨克斯坦克孜勒奥尔达州等在内的滨咸海地区。针对咸海全流域的治理需要建立在流域各国解决跨境河流水资源分配利用的基础上，与流域各国和国际社会加强协同，在“一带一路”、上海合作组织和“中国+中亚五国”框架下推出更为宏大和广泛参与的包括科技在内的综合性合作与援助计划。

参考文献

1 Kostianoy A G, Kosarev A N. The Aral Sea Environment. Berlin: Springer, 2010.

2 Норов Х Г, Пулатов Я Э. Анализ водных ресурсов, вододеления и пути решения проблем водохозяйственного комплекса Центральной Азии. Экономика Таджикистана, 2021, (3): 119-126.

Norov K G, Pulatov Y E. Analysis of water resources, water distribution and ways to solve the problems of the water management complex of central Aisa. Economy of Tajikistan, 2021, (3): 119-126. (in Russian)

3 Курбанбаев С Е. Аральское море и современное состояние водохозяйственных объектов дельты реки амударьи. Урумчи: Каракалпакский филиал Научно-исследовательского института ирригации и водных проблем, 2018.

Kurbanbayev S E. Status of Water Management Facilities in the Aral Sea and Amu Darya Delta. Urumqi: Karakalpak Branch of Institute of Irrigation and Water Issues, 2018. (in Russian)

4 Алиханов Б Б. Катастрофа Аральского моря, развитие сотрудничества стран Центральной Азии в преодолении ее последствий и необходимость инновационных решений// Сборник материалов международной конференции «Совместные действия по смягчению последствий Аральской катастрофы: новые подходы,инновационные решения и инвестиции». Ташкент: Экодвижение Узбекистана, 2018: 7-14.

Alikhanov B B, The Aral Sea disaster, the development of cooperation among Central Asian countries in overcoming its consequences, and the necessity of innovative solutions// International conference materials collection “Joint action to reduce the consequences of the Aral Sea disaster: New methods, innovative solutions, and investment”. Tashkent: Uzbekistan Ecological Movement, 2018: 7-14. (in Russian)

5 Шарофова Э Н. Экологические, социально-экономические аспекты изменения климата Арала и их влияние на флору и фауну. Science and Education Scientific Journal, 2020, 1(3): 53-60.

Sharofovna E N. Environmental, socio-economic aspects of climate change in the Aral Sea and their impact on flora and fauna. Science and Education Scientific Journal, 2020, 1(3): 53-60. (in Russian)

6 雷加强, 葛咏, 高鑫, 等. 生态问题与灾害风险：绿色“一带一路”建设的挑战与应对. 中国科学院院刊, 2021, 36(2): 125-128.

Lei J Q, Ge Y, Gao X, et al. Ecologic problems and hazards risks: Challenges and countermeasure for promoting Green Belt and Road. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2021, 36(2): 125-128. (in Chinese)

7 姚俊强, 杨青, 毛炜峄, 等. 气候变化和人类活动对中亚地区水文环境的影响评估. 冰川冻土, 2016, 38(1): 222-230.

Yao J Q, Yang Q, Mao W Y, et al. Evaluation of the impacts of climate change and human activities on the hydrological environment in Central Asia. Journal of Glaciology and Geocryology, 2016, 38(1): 222-230. (in

Chinese)

8 田裕钊. 咸海干涸的因由及其他——苏联干旱区土地开发所引起的环境问题. 自然资源, 1990, (5): 48-58.

Tian Y Z. The Causes of the dry of Aral Sea and others—Environmental issues caused by land development in the Arid Areas of the Soviet Union. Natural Resources, 1990, (5): 48-58. (in Chinese)

9 邓铭江, 龙爱华, 李湘权, 等. 中亚五国跨界水资源开发利用与合作及其问题分析. 地球科学进展, 2010, 25(12): 1337-1347.

Deng M J, Long A H, Li X Q, et al. An analysis of the exploitation, cooperation and problems of transboundary water resources in the five Central Asian countries. Advances in Earth Science, 2010, 25(12): 1337-1347. (in Chinese)

10 Бекнияз Б К, Будникова Т И, Алимбетова З Ж. Экологические проблемы на территории бассейна Аральского моря. Проблемы Освоения Пустынь, 2018, (1): 68-74.

Bekniaz B K. Ecological issues in the Aral Sea Basin. Issues Related to Desert Development, 2018, (1): 68-70. (in Russian)

11 Бахретдинова Х А, Дустназарова С А. Факторы улучшения обстановки на территории Аральского моря. Вестник науки и образования, 2020, 88(10): 127-129.

Bakhrtedinova Kh A, Dustnazarova S A. Factors for Improving the Situation in the Aral Sea. Science and Education Communication, 2020, 88(10): 127-129. (in Russian)

12 何明珠, 高鑫, 赵振勇, 等. 咸海生态危机: 荒漠化趋势与生态恢复防控对策. 中国科学院院刊, 2021, 36(2): 130-139.

He M Z, Gao X, Zhao Z Y, et al. Ecological restoration and count measures against desertification crisis in Aral Sea Region. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2021, 36(2): 130-139. (in Chinese)

13 Рафиков В А. Процессы опустынивания в Южном Приаралье. Проблемы Освоения Пустынь, 2017, (1): 72-80.

Rafikov V A. Desertification process in the Southern Region of Aral Sea. Issues Related to Desert Development, 2017, (1): 72-80. (in Russian)

14 Issanova G, Abuduwaili J, Kaldybayev A, et al. Dust storms in Kazakhstan: Frequency and division. Journal of the Geological Society of India, 2015, 85(3): 348-358.

15 邓铭江, 龙爱华. 咸海流域水文水资源演变与咸海生态危机出路分析. 冰川冻土, 2011, 33(6): 1363-1376.

Deng M J, Long A H. Evolution of hydrologic and water resources and ecological crisis in the Aral Sea Basin. Journal of Glaciology and Geocryology, 2011, 33(6): 1363-1376. (in Chinese)

16 Курбанбаев Е, Артыков О, Курбанбаев С. Интегрированное Управление Водными Ресурсами в Дельте Реки Амударьи. Ташкент: Глобальное Водное Партнерство, 2010: 35-55.

Kurbanbayev E, Artykov O, Kurbanbayev S. Integrated Management of Water Resources in the Delta of the Amudarya River. Tashkent: Global Water Partnership, 2010: 35-55. (in Russian)

17 Sokolov V, Tulaganov A, Dadajanov M. 25 Years of activities of the international fund for saving the Aral Sea and new impulses for development of the Aral sea region. Tashkent: Agency of IFAS, 2019: 10-11.

18 Гланц М Х, Зонн И С. Аральские моря: Последствие экологической деградации в Центральной Азии. Проблемы Постсоветского Пространства. 2014, 2(2): 141-156.

Glantz M H, Zonn I S. The Aral Sea: Consequences of environmental degradation in Central Asia. Post-Soviet Issues, 2014, 2(2): 141-156. (in Russian)

19 Anchita, Zhupankhan A, Zhaniya Kh, et al. Health impact of drying Aral Sea: One health and socio-economical approach. Water, 2021, 22 (13): 1-21.

20 Зиганшина Д Р. Бассейн Аральского Моря: Хронология Создания и Реорганизации Региональных Институтов. Ташкент: Научно-информационный центр МКВК, 2013.

Ziganshina D R. Aral Sea Basin: Chronology of the Creation and Reorganization of Regional Institutions. Tashkent: Scientific Information Center ICWC, 2013. (in Russian)

21 Гафурова Л А, Саидахмедов С А. Предисловие// Сборник Международной Конференции «Совместные Действия по

Смягчению Последствий Аральской Катастрофы: Новые Подходы, Инновационные Решения и Инвестиции». Ташкент: Экодвижение Узбекистана, 2018: 1-2.
Gafurova L A, Saidahmedov S A. Preface// Compilation of the International Conference on “Joint Action to Reduce the Consequences of the Aral Sea Disaster: New Methods, Innovative Solutions, and Investment”. Tashkent: Uzbekistan Ecological Movement, 2018: 1-2. (in Russian)

22 Дженнифер З, Альфред Д. От Ледников до Аральского Моря–Вода Объединяет. Trescher Verlag, Berlin Germany, 2012: 25.
Jennifer Z, Alfred D. From glaciers to the Aral Sea–Water binding together. Trescher Verlag, Berlin Germany, 2012: 25. (in Russian)

23 UN News. Catastrophe of Aral Sea shows ‘men can destroy the planet’, warns UN chief Guterres. [2023-06-05]. https://news.un.org/en/story/2017/06/559232-catastrophe-aral-sea-shows-men-can-destroy-planet-warns-un-chief-guterres.

24 IICAS. Эксперт из Узбекистана предложил 50 развитым странам мира высадить на территории высохшего Аральского моря уникальные леса. (2021-11-02)[2023-06-05]. https://iic-aralsea.org/2021/11/02/ekspert-iz-uzbekistana-predlozhil-50-razvitym-stranam-mira-vysadit-na-territorii-vysohshego-aralskogo-morya-unikalnye-lesa.
IICAS. Experts in Uzbekistan suggest that 50 developed countries plant unique forests in the dry Aral Sea region. (2021-11-02)[2023-06-05]. https://iic-aralsea.org/2021/11/02/ekspert-iz-uzbekistana-predlozhil-50-razvitym-stranam-mira-vysadit-na-territorii-vysohshego-aralskogo-morya-unikalnye-lesa. (in Russian)

25 中国治沙暨沙业学会. 世界荒漠化防治看中国. (2021-03-09)[2023-06-05]. http://www.forestry.gov.cn/zsxh/3475/20210309/144818659705785.html.
Chinese Society for Sand Control and Sand Industry. Looking at China in the prevention and control of desertification in the world. (2021-03-09)[2023-06-05]. http://www.forestry.gov.cn/zsxh/3475/20210309/144818659705785.html. (in Chinese)

26 阿迪力江·买买提. 浅析塔里木河流域综合治理及生态输水成效. 水电与新能源, 2020, 34(7): 57-60.
Adeline M. Comprehensive management and ecological water supply in Tarim river basin. Hydropower and New Energy, 2020, 34(7): 57-60. (in Chinese)

27 古娜. 沙漠里流淌的生态文明——塔里木河流域20年综合治理回顾. (2021-01-06)[2023-06-05]. https://www.xjkunlun.gov.cn/dswx/dszl/96748.htm.
Guna. Ecological civilization flowing in the desert: A review of 20 years of comprehensive management in the Tarim River Basin. (2021-01-06)[2023-06-05]. https://www.xjkunlun.gov.cn/dswx/dszl/96748.htm. (in Chinese)

28 卢琦, 雷加强, 李晓松, 等. 大国治沙：中国方案与全球范式. 中国科学院院刊. 2020, 35(6): 656-664.
Lu Q, Lei J Q, Li X S, et al. China’s combating desertification: National solutions and global paradigm. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2020, 35(6): 656-664. (in Chinese)

29 Orlovsky N, Orlovsky L, Yang Y L, et al. Salt duststorms of Central Asia since 1960s. Journal of Desert Research, 2003, 23(1): 18-27.

30 Singer A, Zobeck T. Poberezsky L, et al. The PM10 and PM2.5 dust generation potential of soils/sediments in the Southern Aral Sea basin Uzbekistan. Journal of Arid Environments, 2003, 54(4): 705-728.

31 Micklin P. Desiccation of the Aral Sea, a water management disaster in the Soviet Union. Science, 1988, 241: 1170-1176.

32 葛拥晓, 阿力甫·那思尔, 吉力力·阿不都外力, 等. 咸海地区粉尘气溶胶动态变化及潜在扩散特征. 中国沙漠, 2016, 36(5): 1374-1378.
Ge Y X, Alip N, Jilili A, et al. Dynamic change and potential transport characteristics of dust aerosol originating from the Aral Sea Basin. Journal of Desert Research, 2016, 36(5): 1374-1378. (in Chinese)

33 张喆, 丁建丽, 王瑾杰. 中亚沙尘气溶胶时空分布特征及潜在扩散特性分析. 地理学报, 2017, 72(3): 507-520.
Zang Z, Ding J, Wang J J. Spatio-temporal variations and potential diffusion characteristics of dust aerosol originating from Central Asia. Acta Geographica Sinica, 2017, 72(3): 507-520. (in Chinese)

34 Ziyaeva M A. Influence of the aral crisis on flora and fauna, as well as on agriculture of the region. Blatter’s Reading, 2018,

(5): 111-113.

35 Aishajiang A, Jilili A, Hailiang X, et al. A cluster analysis of forward trajectory to identify the transport pathway of salt-dust particles from dried bottom of Aral Sea, Central Asia. Atmosphere, 2021, doi: 10.3390/atmos1206076438.

36 科萱. 上海合作组织成员国首届科技部长会议在京举行. 中国科技产业, 2010, (5): 73.

Ke X. The First conference of science and technology ministers of SCO member states held in Beijing. Science & Technology Industry of China, 2010, (5): 73. (in Chinese)

37 贺晶晶. 上海合作组织成员国批准2022—2025年科技领域行动计划. 上合组织科技信息动态监测快报, 2022, (4): 1-2.

He J J. The action plan in the field of science and technology from 2022 to 2025 was approved by SCO member states. Science Express on Dynamic Monitoring of Scientific and Technological Information of SCO, 2022, (4): 1-2. (in Chinese)

38 环境保护部. 环境保护部发布《"一带一路"生态环境保护合作规划》. (2017-05-15)[2023-06-05]. https://www.mee.gov.cn/gkml/sthjbgw/qt/201705/t20170515_414091.htm.

Ministry of Environmental Protection. The Ministry of Environmental Protection issued the "the Belt and Road" Ecological and Environmental Protection Cooperation Plan. (2017-05-15)[2023-06-05]. https://www.mee.gov.cn/gkml/sthjbgw/qt/201705/t20170515_414091.htm. (in Chinese)

39 "一带一路"防治荒漠化合作机制启动. (2017-09-11)[2023-06-05]. http://www.gov.cn/xinwen/2017-09/11/content_5224176.htm.

The "the Belt and Road" cooperation mechanism to combat desertification was launched. (2017-09-11)[2023-06-05]. http://www.gov.cn/xinwen/2017-09/11/content_5224176.htm. (in Chinese)

40 外交部. "中国+中亚五国"外长会晤联合声明. (2022-06-09)[2023-06-05]. http://new.fmprc.gov.cn/web/gjhdq_676201/gj_676203/yz_676205/1206_677052/1207_677064/202206/t20220609_10700891.shtml.

Ministry of Foreign Affairs of the People's Republic of China. Joint statement of the "China+Five Central Asian Countries" Foreign Ministers' meeting. (2022-06-09)[2023-06-05]. http://new.fmprc.gov.cn/web/gjhdq_676201/gj_676203/yz_676205/1206_677052/1207_677064/202206/t20220609_10700891.shtml. (in Chinese)

41 外交部. 中华人民共和国和乌兹别克斯坦共和国联合声明. (2022-09-15)[2023-06-05]. http://www1.fmprc.gov.cn/zyxw/202209/t20220915_10766621.shtml.

Ministry of Foreign Affairs of the People's Republic of China. Joint statement of the People's Republic of China and the Republic of Uzbekistan. (2022-09-15)[2023-06-05]. http://www1.fmprc.gov.cn/zyxw/202209/t20220915_10766621.shtml. (in Chinese)

42 吴淼, 张小云, 郝韵, 等. 科技引领面向中亚农业国际合作对策研究. 乌鲁木齐: 新疆生产建设兵团出版社, 2019.

Wu M, Zhang X Y, Hao Y, et al. Research on the Countermeasures of International Agricultural Cooperation in Central Asia Under the Guidance of Science and Technology. Urumqi: Xinjiang Production and Construction Corps Press, 2019. (in Chinese)

43 李天毅. 上合组织撒马尔罕峰会: 乘风破浪立潮头 携手共进谱新篇. (2022-09-18)[2023-06-05]. https://m.gmw.cn/baijia/2022-09/18/36031330.html.

Li T Y. Samarkand summit of SCO. (2022-09-18)[2023-06-05]. https://m.gmw.cn/baijia/2022-09/18/36031330.html. (in Chinese)

44 Гулбара Ч. Особенности водной дипломатии в Центральной Азии. Проблемы постсоветского пространства, 2021, 8(2): 229-241.

Gulbara C. Features of water diplomacy in Central Asia. Post Soviet Issues, 2021, 8(2): 229-241. (in Russian)

45 Национальная База Данных Законодательства Республики Узбекистан. О государственной программе по развитию региона Приаралья на 2017-2021 годы. (2017-01-30)[2023-06-05]. https://lex.uz/ru/pdfs/3099707.

National Legislative Database of the Republic of Uzbekistan. Regarding the national development plan for the Aral Sea Coastal Area from 2017 to 2021. (2017-01-30)[2023-06-05]. https://lex.uz/ru/pdfs/3099707. (in Russian)

46 郝韵. 乌兹别克斯坦发布"新乌兹别克斯坦2022—2026年发展战略". 上合组织科技信息动态监测快报, 2022, (9):

2-5.

Hao Y. Uzbekistan releases the "Development Strategy of New Uzbekistan for 2022-2026". Science Express on Dynamic Monitoring of Scientific and Technological Information of SCO, 2022, (9): 2-5. (in Chinese)

47 郝韵. 乌兹别克斯坦支持中亚"绿色"发展. 上合组织科技信息动态监测快报, 2022, (7): 7-8.

Hao Y. Uzbekistan supports "green" development in Central Asia. Science Express on Dynamic Monitoring of Scientific and Technological Information of SCO, 2022, (7): 7-8. (in Chinese)

Ecological Governance of Aral Sea: Important Way to Deepen Scientific and Technological Cooperation with Central Asia

WU Miao[1,2*] QIAO Jianfang[1] ZHANG Yuanming[1] TIAN Changyan[1] LI Yaoming[1,2] HAO Yun[1,2] ZHANG Xiaoyun[1] WANG Lixian[1] HE Jingjing[1]

（1 Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011, China;
2 Research Center for Ecology and Environment of Central Asia, Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011, China ）

Abstract In September 2022, the President of the People's Republic of China visited Uzbekistan for the first time after the epidemic. In the subsequent joint statement between China and Uzbekistan, China welcomed the adoption of the Aral Sea initiative proposed by Uzbekistan at the General Assembly of the United Nations. The two sides expressed their willingness to actively promote synergy between the Global Development Initiative and projects related to improving the ecological, economic, and social environment of the Aral Sea region under the framework of the United Nations. In this context, this paper describes the current situation of the Aral Sea crisis with a quantitative method and summarizes the necessity and significance of China's participation in the ecological governance of the Aral Sea using the literature analysis method. The author believes that China has favorable conditions in terms of policies and mechanisms, funds, talents and cooperation foundation in participating in the ecological governance of the Aral Sea, and suggests that under the principle of win-win cooperation, overall coordination, and doing something and leaving something undone, starting from exploring scientific issues and improving people's livelihood, taking desertification combating, water and soil conservation, modern agricultural technology, and the promotion and utilization of new energy as the starting point, and using China's wisdom, experience and strength in participating in the ecological governance of the Aral Sea, promoting the development of the green Aral Sea, effectively deepening China's scientific and technological cooperation with Central Asia, and providing scientific and technological support for the construction of a community with a shared future for China-Central Asia and even high-quality development of the Belt and Road.

Keywords Aral Sea, Central Asia, ecological governance, science and technology, international cooperation

吴 淼 中国科学院新疆生态与地理研究所研究员。主要研究领域：科技政策、中亚和俄罗斯科技信息等。E-mail: wumiao@ms.xjb.ac.cn

WU Miao Professor of Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences. His main research fields are science and technology policy, science and technology information of Central Asia and Russia, etc. E-mail: wumiao@ms.xjb.ac.cn

■责任编辑：文彦杰

*Corresponding author